

P24604.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shohei MATSUOKA

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SCANNING OPTICAL SYSTEM


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-040686, filed February 19, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Shohei MATSUOKA


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Reg 16.
33,329

February 18, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月19日
Date of Application:

出願番号 特願2003-040686
Application Number:

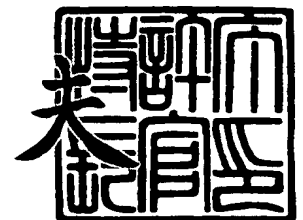
[ST. 10/C]: [JP 2003-040686]

出願人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2003年11月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP02699

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

 【氏名】 松岡 祥平

【特許出願人】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062606

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、

前記偏向器に偏向された後であって前記結像光学系に入射する前のレーザービームのビーム中心軸の延長線を主軸としたとき、

前記結像光学系が、前記偏向器側から順に、

前記走査対象面上で前記主走査方向に直交する副走査方向において、一方のレンズ面の原点が他方のレンズ面の原点とは前記主軸を挟んで反対側に位置しているとともに、前後のレンズ面の原点の前記主軸に対するシフト量が何れも鏡面領域の副走査方向の幅の半分よりも小さい長さであるとともに、前後のレンズ面の原点での曲率半径についての曲率中心が前記光源側にある第 1 レンズと、

前後のレンズ面のうちの少なくとも一つのレンズ面がアナモフィック面であり、前記第 1 レンズの後面の原点が前記主軸に対してシフトしている方向へ、前後のレンズ面の原点が何れも前記主軸に対してシフトしているとともに、前後のレンズ面の原点の前記主軸に対するシフト量が鏡面領域の副走査方向の幅の半分よりも小さい長さである第 2 レンズと

を備えることを特徴とする走査光学系。

【請求項 2】

前記主走査方向に視線を向けて見た場合において、前記第 1 レンズの後面の原点が、その後面におけるレーザービームのビーム中心軸の入射位置と前記主軸との距離よりも大きな距離だけ、前記主軸から離れていることを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系。

【請求項 3】

前記アナモフィック面として形成されているレンズ面の原点での曲率について

の曲率中心と前記主軸との副走査方向における距離を Z_a [mm]とし、レーザービームのビーム中心軸が前記アナモフィック面を貫く点と前記主軸との副走査方向における距離を H_a [mm]としたとき、

前記結像光学系の前記第 2 レンズが、以下の条件式(1)、

$$H_a - 1 < Z_a < H_a + 1 \quad \text{--- (1)}$$

を満足する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の走査光学系。

【請求項 4】

前記主走査方向に視線を向けて見た場合において、前記結像光学系の前記第 1 レンズを透過した後のレーザービームのビーム中心軸が前記主軸に対してなす角度を u_2 [°]とし、前記第 2 レンズを透過した後のレーザービームのビーム中心軸が前記主軸に対してなす角度を u_4 [°]としたとき、

前記結像光学系が、以下の条件式(2)、

$$u_4 / u_2 < 1 \quad \text{--- (2)}$$

を満足する

ことを特徴とする請求項 3 記載の走査光学系。

【請求項 5】

前記第 2 レンズの前面の原点の前記主軸からのシフト量と、その後面の原点の前記主軸からのシフト量とが、互いに異なる

ことを特徴とする請求項 4 記載の走査光学系。

【請求項 6】

前記結像光学系の前記副走査方向の横倍率を m としたとき、

前記結像光学系が、以下の条件式(3)、

$$-1.3 < m < -0.6 \quad \text{--- (3)}$$

を満足する

ことを特徴とする請求項 5 記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プリンターやフォトプロッター等に組み込まれる走査光学系に、関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

周知のように、走査光学系は、画像情報に従ってオンオフ変調されたレーザービームを回転多面鏡によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させる。これにより、走査光学系は、スポット光を走査対象面上で主走査方向に沿って等速度で走査させ、複数のドットからなる二次元状の画像を静電潜像として走査対象面上に形成する。

【0 0 0 3】

近年、走査光学系の製造コストを下げるため、結像光学系には、プラスチックレンズが用いられることが多い。また、プラスチックレンズへの反射防止コートの施工費用が、ガラスレンズのそれよりも高いため、近年のプラスチックレンズには、反射防止コートが施されないことが多い。

【0 0 0 4】

このように、反射防止コートが省略されたプラスチックレンズを結像光学系に用いていると、当然、レンズ面に入射する光のうち、無視できない量の光が、このレンズ面にて反射され、反射された光のうちの一部が、何れかの経路を経て、ゴースト光として走査対象面に到達する。

【0 0 0 5】

このため、従来、走査性能を低下させることなくゴースト光を走査対象面に到達させない走査光学系が、多数提案されている。但し、提案されている何れの走査光学系とも、結像光学系の少なくとも1つのレンズの光軸を他のレンズの光軸に対してチルトさせるか、他のレンズの光軸からシフトさせるかのどちらかでしかない（例えば特許文献1及び特許文献2参照）。

【0 0 0 6】

【特許文献1】

特開平05-346553号公報

【特許文献 2】

特開平 07-287183 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、結像光学系のレンズ間隔を狭めることによって走査光学系を小型化する場合、ゴースト光を十分に除去するためには、レンズのチルト量やシフト量を大きく設定せねばならない。また、このようなレンズを筐体に簡単に組み付けられるようにするためには、円柱状又は角柱状のコバの中心軸に対して両レンズ面の光学面基準軸（光軸に相当するものであって、回転非対称面にあってはその面を数式で表現するときの基準軸、回転対称面にあっては回転対称軸）がチルト又はシフトされているように、レンズを形成しておく必要がある。

【0008】

なお、プラスチックレンズの成型用金型を製造する場合、開発者は、一旦製造された金型により成型されたレンズのレンズ面の原点（光学面基準軸とレンズ面との交点）を探し当て、実際に製造されたレンズ面と設計上のレンズ面とを比較することによって、レンズ面の精度を評価し、その評価に基づいて、レンズ面の精度を向上させるように、金型を修正するために付加的に切削加工する。このような評価と付加的な切削加工とを繰り返すことによって、開発者は、最終的に精度の高いレンズを量産するための金型を作り上げている。

【0009】

しかしながら、コバの中心軸に対して両レンズ面の光学面基準軸が大きくチルトされているレンズの成型用金型を製造する場合、上述した付加的な切削加工によりレンズ面の原点が副走査方向にどんどんずれてしまう。このため、その金型の製造には並々ならぬ技術力が必要となるので、結果的に製造コストが上昇するという問題があった。

【0010】

また、コバの中心軸に対する両レンズ面の光学面基準軸のシフト量が鏡面領域の副走査方向の幅の半分よりも大きなレンズの成型用金型を製造する場合、上述した評価の際にレンズ面の原点が探せなくなる。このため、レンズ面の評価をす

る際には非常に特殊な技術が必要となるので、やはり結果的に製造コストが上昇するという問題があった。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上述したような従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その課題は、レンズ面の光学面基準軸のシフト量やチルト量を大きく設定しなくてもゴースト光を十分に除去することができる走査光学系を、提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明による走査光学系は、以下のような構成を採用した。

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明による走査光学系は、光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、前記偏向器に偏向された後であって前記結像光学系に入射する前のレーザービームのビーム中心軸の延長線を主軸としたとき、前記結像光学系が、前記偏向器側から順に、前記走査対象面上で前記主走査方向に直交する副走査方向において、一方のレンズ面の原点が他方のレンズ面の原点とは前記主軸を挟んで反対側に位置しているとともに、前後のレンズ面の原点の前記主軸に対するシフト量が何れも鏡面領域の副走査方向の幅の半分よりも小さい長さであるとともに、前後のレンズ面の原点での曲率半径についての曲率中心が前記光源側にある第 1 レンズと、前後のレンズ面のうちの少なくとも一つのレンズ面がアナモフィック面であり、前記第 1 レンズの後面の原点が前記主軸に対してシフトしている方向へ、前後のレンズ面の原点が何れも前記主軸に対してシフトしているとともに、前後のレンズ面の原点の前記主軸に対するシフト量が鏡面領域の副走査方向の幅の半分よりも小さい長さである第 2 レンズとを備えることを、特徴としている。

【 0 0 1 4 】

このように、第 1 レンズの両面の原点を、互いに離れるようにして主軸からシフトさせることにより、両面の原点を鏡面領域内に納めた状態で、レーザービームを副走査方向において大きく屈折させることができる。このため、第 1 レンズを成型するための金型により一旦製造された第 1 レンズの両面の評価をする際に、その第 1 レンズにおける両面の原点が探しにくくなることがない。その結果、製造コストを増大させずに済む。

【0 0 1 5】

さらに、第 1 レンズによりレーザービームが副走査方向において大きく屈折されるので、第 2 レンズのアナモフィック面を大きくチルトさせる必要がなくなる。このため、この第 2 レンズを成型するための金型を付加的に切削加工しても、その金型上のアナモフィック面の原点が、副走査方向にずれて行くことが殆どない。従って、光学面基準軸を他のレンズの光学面基準軸や主軸に対して大きくチルトさせるためのレンズの金型を製造することに比べると、本発明の第 2 レンズを量産するための金型を製造するほうが容易である。その結果、製造コストを増大させずに済む。

【0 0 1 6】

そして、以上の二つの効果を得られる結果、結像光学系の第 1 及び第 2 レンズを、反射防止コートを省略したプラスチックレンズとした際に、結像光学系のレンズ間隔を狭めた場合でも、レンズ面での反射によるゴースト光を正規光の光路から十分に除去することができる。

【0 0 1 7】

なお、本発明による走査光学系においては、第 1 レンズにおいて発生する収差を打ち消すように、第 2 レンズにおいて収差を発生させることにより、走査対象面上に描画される走査線の湾曲を防止するとともに、コマ収差などの収差量の増加を抑制することができる。その結果、走査対象面上に描画された描画像（潜像）の端部の解像度の低下が抑制される。

【0 0 1 8】

但し、打ち消し合う条件としては、第 1 レンズの後面の原点が、その後面におけるレーザービームのビーム中心軸の入射位置と主軸との距離よりも大きな距離

だけ、主軸から離れているように、第1レンズを構成し、且つ、条件式(2)を満足するように、結像光学系を構成することである。

【0019】

また、本発明による走査光学系において、第1レンズにおいて発生する収差と第2レンズにおいて発生する収差とを共に大きくし過ぎると、逆に、十分な走査性能が得られなくなる。このため、各レンズ面の原点のシフト量を適量に設定する必要がある。具体的には、第1レンズの前面の原点のシフト量を抑えることにより、走査線湾曲をより良好に抑制することができ、また、第2レンズのアナモフィック面の原点の採り得る位置を、条件式(1)を満足する範囲内に制限することにより、コマ収差をより良好に抑えることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0021】

図1は、本実施形態の走査光学系の光学構成図である。この図1に示されるように、本実施形態の走査光学系は、光源ユニット1、シリンドリカルレンズ2、ポリゴンミラー3、及び走査レンズ4を、備えている。

【0022】

光源ユニット1は、レーザービームを発散光として発振する半導体や、半導体から発せられたレーザービームを平行光束に変換するコリメートレンズ等を、備える。シリンドリカルレンズ2は、光源ユニット1から発せられるレーザービームを、図1の紙面に直交する方向にのみ収束させるレンズである。このシリンドリカルレンズ2により収束されたレーザービームは、その収束位置において線状像を形成する。ポリゴンミラー3は、扁平な正多角柱状に形成されており、その各側面は、反射面として構成されている。このポリゴンミラー3は、その中心軸3a回りに等角速度で回転駆動されるようになっており、偏向器として機能する。このポリゴンミラー3の中心軸3aは、図1の紙面に直交する方向に向けられており、ポリゴンミラー3は、その一つの反射面又はその近傍に上記線状像が位置するように、配置されている。走査レンズ4は、走査速度補正機能($f\theta$ 機能

) を有するとともに上記線状像を走査対象面 S 上にスポット光として再結像させる機能を有するアナモフィックな結像光学系であり、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b から構成されている。

【 0 0 2 3 】

光源ユニット 1 から発せられるレーザービームは、シリンドリカルレンズ 2 を透過した後、等角速度で回転するポリゴンミラー 3 の反射面へ入射することにより、動的に偏向される。動的に偏向されたレーザービームは、走査レンズ 4 を透過することによって走査対象面 S 上を露光するスポット光として収束されるとともに、ポリゴンミラー 3 の回転に伴って走査対象面 S 上を主走査方向（図 1 の矢印 H）に沿って等速度に走査する。スポット光は、走査対象面 S 上に線状の軌跡（走査線）を描くが、走査対象面 S 自体が、主走査方向に直交する副走査方向（図 1 の紙面に直交する方向）へ等速度で移動されるので、走査対象面 S 上には、複数の走査線が等間隔に形成される。また、このように走査対象面 S 上で繰り返し走査されるレーザービームは、図示せぬ変調器（又は光源ユニット 1 そのもの）により、画像情報に従ってオンオフ変調されているので、走査対象面 S 上には、画像情報に基づく二次元状の画像が描画される。

【 0 0 2 4 】

ところで、シリンドリカルレンズ 2 を透過したレーザービームは、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー 4 によって反射され、走査レンズ 4 の収束パワーによって走査対象面 S 上に収束されるが、副走査方向においては、上述したように、シリンドリカルレンズ 2 の収束パワーによってポリゴンミラー 3 の反射面近傍で一旦収束され、発散光束として走査レンズ 4 に入射し、走査レンズ 4 の収束パワーによって再び走査対象面 S 上に収束される。このとき、ポリゴンミラー 3 の反射面近傍と走査対象面 S とが走査レンズ 4 によって副走査方向において光学的に共役となっているために、ポリゴンミラー 3 の各反射面の僅かな傾き（いわゆる「面倒れ」）による走査対象面 S 上の走査位置の副走査方向へのずれが、補正される。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、主走査方向に視線を向けてポリゴンミラー 3，走査レンズ 4，及び走

査対象面 S を見たときの概略的な光学構成図である。以下では、本発明において必要な定義について説明した後に、本発明の主要な部分である走査レンズ 4 の第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b の構成について、詳しく説明する。

【0 0 2 6】

まず、本実施形態の走査レンズ 4 においては、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b が有する四つのレンズ面のうち、幾つかのレンズ面は、回転非対称な形状であるので、回転対称な光学面での対称軸に相当する軸を持たない。そこで、光学面の形状を数式によって表現するときに設定される軸を「光学面基準軸」と記述することにし、この光学面基準軸を、回転対称な光学面での対称軸、すなわち、光軸に相当するものとして取り扱うことにする。

【0 0 2 7】

次に、走査対象面 S 上に設定される所定の走査幅（走査線の長さ）の中心を貫くレーザービームのうち、ポリゴンミラー 3 における面倒れの無い反射面によって反射された後であって第 1 レンズ 4 a に入射する前の部分のビーム中心軸に、注目する。ここで、このビーム中心軸を走査対象面 S まで仮想的に延長してできる直線を「主軸」A x と定義する。この主軸 A x は、図 2 では一点鎖線にて示されている。また、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b の各面において、そのレンズ面とその光学面基準軸との交点を、そのレンズ面の「原点」と定義する。この原点は、図 2 では、黒点にて示されている。

【0 0 2 8】

以上に説明した定義の下、本実施形態の第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b は、以下のように構成されている。まず、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b は、主軸 A x と同じ方向に視線を向けて見た場合には、主走査方向（図 2 の紙面に直交する方向）に沿って長尺な長形状に、形成されており、その長方形の中心点を通る軸が、上記主軸 A x と同軸となるように、配置されている。次に、副走査方向に視線を向けて見た場合には、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b の各々の両面の原点 A ~ D と、主軸 A x と重なる直線上に配置されている。

【0 0 2 9】

さらに、主走査方向に視線を向けて見た場合には、図 2 に示されるように、第

1 レンズ 4 a は、その前面の原点 A が主軸 A x から図 2 の下方へ離れ、且つ、その後面の原点 B が主軸 A x から図 2 の上方へ離れているように、形成されている。つまり、副走査方向において、第 1 レンズ 4 a の一方のレンズ面の原点は、他方のレンズ面の原点に対し、主軸 A x を挟んで反対側に位置している。但し、第 1 レンズ 4 a は、何れのレンズ面の原点 A, B とともに鏡面領域内に存在するように、形成されている。

【0030】

一方、第 2 レンズ 4 b は、主走査方向に視線を向けて見た場合に、その前面及び後面の両原点 C, D が何れも主軸 A x から図 2 の上方へ離れているように、形成されている。つまり、第 2 レンズ 4 b の両面の原点は、副走査方向において主軸 A x を挟む両側のうち、第 1 レンズ 4 a の後面の原点がある側に、位置している。但し、第 2 レンズ 4 b は、何れのレンズ面の原点 C, D とともに鏡面領域内に存在するように、形成されている。

【0031】

さらに、第 1 レンズ 4 a の前面は、凹のレンズ面として形成されており、その後面は、凸のレンズ面として形成されている。そして、第 1 レンズ 4 a の両面の光学面基準軸は、何れも主軸 A x に対して平行である。また、第 2 レンズ 4 b の両面のうち、少なくとも一面は、後述するアナモフィック非球面として形成されている。アナモフィック非球面の光学面基準軸は、主軸 A x と平行な方向を向いているか、主軸 A x と平行な方向から副走査方向へほんの僅かな量だけチルトしている。また、この第 2 レンズ 4 b にアナモフィック非球面でないレンズ面が存在する場合には、そのレンズ面の光学面基準軸は、主軸 A x に対して平行である。

【0032】

本実施形態の走査レンズ 4 は、以上に説明したように構成されているため、以下に述べるような効果を奏する。

【0033】

第一に、第 1 レンズ 4 a の両面の光学面基準軸を互いに離れる方向にシフトさせることにより、両面の原点 A, B を鏡面領域内に納めた状態で、レーザービー

ムを副走査方向（図2の紙面内における上下方向）において大きく屈折させることができる。このため、この第1レンズ4aを成型するための金型により一旦製造された第1レンズ4aの両面の評価をする際に、その第1レンズ4aの両面の原点A、Bが探しにくくなることがない。その結果、製造コストを増大させずに済む。

【0034】

第二に、第1レンズ4aによりレーザービームが副走査方向において大きく屈折されるので、第2レンズ4bのアナモフィック非球面を大きくチルトさせる必要がなくなる。このため、第2レンズ4bを成型するための金型を付加的に切削加工しても、その金型上のアナモフィック非球面の原点が、副走査方向にずれて行くことが殆どない。従って、光学面基準軸を他のレンズの光学面基準軸や主軸Axに対して大きくチルトさせるためのレンズの金型を製造することに比べると、本実施形態の第2レンズ4bを量産するための金型を製造するほうが容易である。その結果、製造コストを増大させずに済む。

【0035】

そして、以上の二つの効果を得られる結果、第1及び第2レンズ4a、4bを、反射防止コートを省略したプラスチックレンズとした際に、走査レンズ4のレンズ間隔を狭めた場合でも、各レンズ面での反射により発生するゴースト光を正規光の光路から十分に除去することができる。

【0036】

なお、本実施形態においては、走査レンズ4が、以下の二つの条件式(1)及び条件式(2)を満足することにより、より良好な走査性能を保持することができる。

【0037】

すなわち、第2レンズ4aにおいてアナモフィック非球面として形成されているレンズ面の原点（図2では第2レンズ4aの後面の原点D）での曲率についての曲率中心（図2では白丸にて表現された点E）と主軸Axとの副走査方向における距離をZa[mm]とし、ビーム中心軸がそのアナモフィック非球面を貫く点（図2では点F）と主軸Axとの副走査方向における距離をHa[mm]としたとき、走査

レンズ 4 の第 2 レンズ 4 b が、以下の条件式(1)、

$$Ha-1 < Za < Ha+1 \quad \text{---(1)}$$

を満足し、それと同時に、主走査方向に視線を向けて見た場合において、第 1 レンズ 4 a を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度を $u2[^\circ]$ とし、第 2 レンズ 4 b を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度を $u4[^\circ]$ としたとき、走査レンズ 4 が、以下の条件式(2)、

$$u4/u2 < 1 \quad \text{---(2)}$$

を満足すると良い。

【0038】

条件式(1)において、上限を上回るか、下限を下回ると、アナモフィック非球面で生じる収差が大きくなり、収差の補正が困難になる。また、アナモフィック非球面の光学面基準軸の主軸 A x に対するチルト量が増大する。このため、第 2 レンズ 4 b の金型を製造する際に、切削加工によりアナモフィック非球面の原点が大きいくずれる場合がある。

【0039】

また、条件式(2)において、 $u4/u2$ が 1 以上であると、第 2 レンズ 4 b を透過した後のレーザービームが主軸 A x から離れる方向へ進行するので、第 1 レンズ 4 a において発生した走査線湾曲やコマ収差を補正することがし難くなる。

【0040】

そして、本実施形態では、走査レンズ 4 が、上記二つの条件式(1)及び条件式(2)に加えて、以下の条件式(3)を満足することにより、レンズをチルトさせなくてもゴースト光を効果的に除去することが可能になり、加工や組立が容易になる。

【0041】

すなわち、副走査方向の横倍率を m としたとき、走査レンズ 4 が、以下の条件式(3)、

$$-1.3 < m < -0.6 \quad \text{---(3)}$$

を満足すると良い。

【0042】

条件式(3)において、上限を上回るか、下限を下回ると、レンズのシフトのみでゴースト光を除去するのが難しくなる。

【0043】

ところで、本実施形態においては、第1レンズ4aにおいて発生する収差を打ち消すように、第2レンズ4bにおいて収差を発生させることにより、走査対象面上に描画される走査線の湾曲を防止するとともに、コマ収差などの収差量の増加を抑制することができる。その結果、走査対象面上に描画された描画像（潜像）の端部の解像度の低下が抑制される。

【0044】

但し、打ち消し合う条件としては、第1レンズ4aの後面の原点Bが、その後面におけるレーザービームのビーム中心軸の入射位置（図2では点G）と主軸Axとの距離よりも大きな距離だけ、主軸Axから離れているように、第1レンズ4aを構成し、且つ、上記の条件式(2)を満足するように、走査レンズ4を構成することである。

【0045】

また、本実施形態において、第1レンズ4aにおいて発生する収差と第2レンズ4bにおいて発生する収差とを共に大きくし過ぎると、逆に、十分な走査性能が得られなくなる。このため、各レンズ面の原点のシフト量を適量に設定する必要がある。具体的には、第1レンズ4aの前面の原点Aの主軸Axからのシフト量を抑えることにより、走査対象面S上での走査線湾曲をより良好に抑制することができ、また、第2レンズ4bのアナモフィック非球面の原点（図2では点D）の採り得る位置を、条件式(1)を満足する範囲内に制限することにより、コマ収差をより良好に抑えることができる。

【0046】

以下、本実施形態の実施例を、三例示す。

【0047】**【実施例1】**

図3は、第1の実施例の走査光学系を副走査方向から見たときの光学構成図で

ある。また、図 4 は、第 1 の実施例の走査光学系におけるポリゴンミラー 3 から走査対象面 S までを主走査方向からみたときの光学構成図である。そして、以下に示す表 1 は、第 1 の実施例の走査光学系におけるシリンドリカルレンズ 2 から走査対象面 S に至るまでの具体的な数値構成を示す。

【 0 0 4 8 】

【表 1】

NO	Ry	Rz	d	n	z
1	∞	33.200	4.000	1.51072	4mm
2	∞	∞	62.000	-	4mm
3	∞	∞	36.000	-	2mm
4	-108.910	-108.910	8.000	1.48617	7mm
5	-52.082	-52.082	77.000	-	7mm
6	-559.494	33.036	4.000	1.48617	7mm
7	-665.457	-665.457	123.930	-	7mm

【 0 0 4 9 】

この表 1 において、記号 NO は、シリンドリカルレンズ 2 の入射側の光学面を 1 番としてこの光学面より射出側に向かって昇順に各光学面に付された面番号を示す。具体的には、第 1 面及び第 2 面はシリンドリカルレンズ 2 を、第 3 面はポリゴンミラー 3 の反射面を、第 4 面及び第 5 面は第 1 レンズ 4 a を、第 6 面及び第 7 面は第 2 レンズ 4 b を、それぞれ示す。また、記号 Ry は、光学面基準軸上での光学面の主走査方向の曲率半径（単位は[mm]）を示し、記号 Rz は、光学面基準軸上での光学面の副走査方向の曲率半径（単位は[mm]）を示し、記号 d は、次の光学面までの光学面基準軸上での距離（単位は[mm]）を示し、記号 n は、設計波長 780nm での各レンズの屈折率を示し、記号 z は、副走査方向での鏡面領域の幅を示す。但し、この表 1 では、チルトされるレンズ面については、チルト前の数値が表示されている。

【 0 0 5 0 】

なお、第 1 の実施例では、第 1 レンズ 4 a の入射側のレンズ面（第 4 面）は、凹の球面として形成されており、その射出側のレンズ面（第 5 面）は、凸の回転対称非球面として形成されている。また、第 2 レンズ 4 b の入射側のレンズ面（

第6面)は、アナモフィック非球面として形成されており、その射出側のレンズ面(第7面)は、凸の回転対称非球面として形成されている。

【0051】

回転対称非球面は、光学面基準軸と平行な方向をx方向とし、光学面基準軸に垂直な方向への光学面基準軸からの距離を高さ $h(=\sqrt{y^2+z^2})$ とすると、高さhの点での光学面基準軸上の接平面からのx方向のサグ量 $X(h)$ 、

$$X(h)=Ch^2/[1+\sqrt{1-(1+\kappa)C^2h^2}]+A_2h^2+A_4h^4+A_6h^6+\dots \quad \text{---(4)}$$

によって、表現される。なお、上式(4)中、Cは曲率(近軸の曲率半径の逆数)であり、 κ は円錐係数であり、 A_2, A_4, A_6, \dots は、それぞれ、2次、4次、6次、…の非球面係数である。

【0052】

第1レンズ4aの射出側と第2レンズ4bの射出側のレンズ面である第5面及び第7面を式(4)によって表現したときの具体的な数値構成として、非球面係数を表2に示す。なお、円錐係数 κ はゼロであり、表示のない非球面係数もゼロである。

【0053】

【表2】

	NO=5	NO=7
A_4	4.88072×10^{-7}	1.98405×10^{-8}

【0054】

また、アナモフィック非球面は、上記x方向にその光学面基準軸を含むとともに主走査方向(y方向)と平行である平面に沿って切断された際にできる曲線においては、主走査方向の高さyの点での光学面基準軸上の接線からのサグ量 $X(y)$

$$X(y)=Cy^2/[1+\sqrt{1-(1+\kappa)C^2y^2}]+AM_2y^2+AM_4y^4+AM_6y^6+\dots \quad \text{---(5)}$$

によって表現される。なお、上式(5)中、Cは、光学面基準軸上での主走査方向(y方向)の曲率半径(表1の R_y)の逆数(すなわち曲率)であり、 κ は円錐係数であり、 AM_2, AM_4, AM_6, \dots は、それぞれ、2次、4次、6次、…の非球面係数である。

【 0 0 5 5 】

また、このアナモフィック非球面は、高さ y の点において主走査方向に対して垂直な平面に沿って切断されてできる円弧においては、この円弧の曲率半径 $R_z(y)$ の逆数（すなわち曲率）、

$$1/[R_z(y)] = (1/R_{z0}) + AS_1 y^1 + AS_2 y^2 + AS_3 y^3 + \dots \quad \text{--- (6)}$$

によって、式(5)とは無関係に表現される。なお、上式(6)中、 R_{z0} は、光学面基準軸上での副走査方向（ z 方向）の曲率半径（表 1 の R_z ）であり、 AS_1 , AS_2 , AS_3 , \dots は、高さ y での副走査方向の曲率を決定する 1 次, 2 次, 3 次, \dots の非球面係数である。

【 0 0 5 6 】

第 2 レンズ 4 b の入射側のレンズ面である第 6 面を式(5)及び式(6)によって表現したときの具体的な数値構成として、その非球面係数を表 3 に示す。なお、式(5)によって表現された第 7 面の円錐係数 κ はゼロである。また、表示のない非球面係数もゼロである。

【 0 0 5 7 】

【表 3】

AM_1	0	AS_1	-6.40612×10^{-7}
AM_2	0	AS_2	-1.18244×10^{-6}
AM_4	2.28400×10^{-7}	AS_4	1.59207×10^{-11}
AM_6	-1.76554×10^{-11}	AS_6	0
AM_8	7.84947×10^{-16}	AS_8	0

【 0 0 5 8 】

そして、第 1 の実施例の第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b の各々の両面の原点 A ~ D の主軸 A_x に対するシフト量を、表 4 に示す。

【 0 0 5 9 】

【表 4】

NO=4	-1.8mm
NO=5	+0.8mm
NO=6	+0.6mm
NO=7	+3.0mm

【0 0 6 0】

なお、この表 4 に示されたシフト量において、正は、図 3 の紙面内における上方へのシフトを示し、負は、その逆を示す。

【0 0 6 1】

さらに、第 1 の実施例のアナモフィック非球面である第 6 面の曲率中心とその面をレーザービームのビーム中心軸が通過する位置との関係を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において曲率中心 E の主軸 A x に対する距離 Za は、0.60mm である。また、副走査方向において、ビーム中心軸がそのアナモフィック非球面を貫く点 F と主軸 A x との距離 Ha は、1.20mm である。従って、 $0.20\text{mm} < 0.60\text{mm} < 2.20\text{mm}$ であるので、第 1 の実施例は、上記条件式 (1) を満足している。

【0 0 6 2】

さらに、レーザービームの副走査方向における屈折量を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において、第 1 レンズ 4 a を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度 u2 は、 0.87° である。また、第 2 レンズ 4 b を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度 u4 は、 0.43° である。従って、 $u4/u2 = 0.494$ であるので、第 1 の実施例は、条件式 (2) を満足している。

【0 0 6 3】

さらに、図 3 に示されるように、ポリゴンミラー 3 は扁平な正八角柱状に形成され、その底面の外接円の直径は 20mm であり、その副走査方向の厚さは 4mm である。また、走査レンズ 4 の焦点距離は 200mm であり、走査対象面 S 上における走査幅は 216mm である。そして、走査レンズ 4 の副走査方向の横倍率 m は -1.2534 である。従って、 $-1.3 < -1.2534 < -0.6$ であるので、第 1 の実施例は、上記条件式 (3)

)を満足している。

【 0 0 6 4 】

以上に示した構成を有する第 1 の実施例の走査光学系の光学性能を、図 5 に示す。この図 5 は、レーザービームが走査対象面 S を走査したときの軌跡である走査線の湾曲を示すグラフである。この図 5 のグラフにおいて、縦軸は、主走査方向（y 方向）の位置を示し、横軸は、収差量を示す。何れの軸についても、単位は[mm]である。この図 5 に示されるように、第 1 の実施例の走査光学系は、走査線の湾曲が良好に補正されている。

【 0 0 6 5 】

【実施例 2】

図 6 は、第 2 の実施例の走査光学系を副走査方向から見たときの光学構成図である。また、図 7 は、第 2 の実施例の走査光学系におけるポリゴンミラー 3 から走査対象面 S までを主走査方向から見たときの光学構成図である。そして、以下に示す表 5 は、第 2 の実施例の走査光学系におけるシリンドリカルレンズ 2 から走査対象面 S に至るまでの具体的な数値構成を示す。この表 5 において、各記号の意味は、表 1 のものと同じである。

【 0 0 6 6 】

【表 5】

NO	Ry	Rz	d	n	z
1	∞	33.200	4.000	1.51072	4mm
2	∞	∞	62.000	-	4mm
3	∞	∞	27.000	-	2mm
4	-230.722	-230.722	12.000	1.51921	7mm
5	-52.292	-52.292	50.000	-	7mm
6	-172.538	-172.538	4.000	1.48617	7mm
7	-368.504	-20.550	88.244	-	7mm

【 0 0 6 7 】

なお、第 2 の実施例では、第 1 レンズ 4 a の入射側のレンズ面（第 4 面）は、凹の球面として形成されており、その射出側のレンズ面（第 5 面）は、凸の回転対称非球面として形成されている。また、第 2 レンズ 4 b の入射側のレンズ面（

第6面)は、凹の回転対称非球面として形成されており、その射出側のレンズ面(第7面)は、アナモフィック非球面として形成されている。

【0068】

第1レンズ4aの射出側と第2レンズ4bの入射側のレンズ面である第5面及び第6面を式(4)によって表現したときの具体的な数値構成として、非球面係数を表6に示す。なお、円錐係数 κ はゼロであり、表示のない非球面係数もゼロである。

【0069】

【表6】

	NO=5	NO=6
A_4	1.16410×10^{-6}	1.29114×10^{-6}
A_6	-2.48856×10^{-10}	-2.49873×10^{-10}
A_8	3.03089×10^{-14}	0

【0070】

また、第2レンズ4bの射出側のレンズ面である第7面を式(5)及び式(6)によって表現したときの具体的な数値構成として、その非球面係数を表7に示す。なお、式(5)によって表現された第7面の円錐係数 κ はゼロである。また、表示のない非球面係数もゼロである。

【0071】

【表7】

AM_1	0	AS_1	5.77165×10^{-6}
AM_2	0	AS_2	8.02298×10^{-6}
AM_4	5.70292×10^{-7}	AS_4	-1.84442×10^{-9}
AM_6	-8.55077×10^{-11}	AS_6	1.81123×10^{-13}
AM_8	-2.24545×10^{-14}	AS_8	-6.00877×10^{-17}
AM_{10}	1.81613×10^{-18}	AS_{10}	0
AM_{12}	1.21412×10^{-22}	AS_{12}	0
AM_{14}	-3.18196×10^{-26}	AS_{14}	0

【0072】

そして、第2の実施例の第1及び第2レンズ4a, 4bの各々の両面の原点A

～Dの主軸A xに対するシフト量を、表 8 に示す。

【 0 0 7 3 】

【表 8】

NO=4	-0.1mm
NO=5	+2.0mm
NO=6	+0.3mm
NO=7	+0.2mm

【 0 0 7 4 】

なお、この表 8 に示されたシフト量において、正は、図 7 の紙面内における上方へのシフトを示し、負は、その逆を示す。

【 0 0 7 5 】

さらに、第 2 の実施例のアナモフィック非球面である第 7 面の曲率中心とその面をレーザービームのビーム中心軸が通過する位置との関係を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において曲率中心 E の主軸 A x に対する距離Zaは、0.20mmである。また、副走査方向において、ビーム中心軸がそのアナモフィック非球面を貫く点Fと主軸 A x との距離Haは、1.07mmである。従って、 $0.07\text{mm} < 0.20\text{mm} < 2.07\text{mm}$ であるので、第 2 の実施例は、上記条件式(1)を満足している。

【 0 0 7 6 】

さらに、レーザービームの副走査方向における屈折量を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において、第 1 レンズ 4 a を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度u2は、 1.15° である。また、第 2 レンズ 4 b を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度u4は、 0.10° である。従って、 $u4/u2=0.087$ であるので、第 2 の実施例は、条件式(2)を満足している。

【 0 0 7 7 】

さらに、図 6 に示されるように、ポリゴンミラー 3 は扁平な正六角柱状に形成され、その底面の外接円の直径は15mmであり、その副走査方向の厚さは4mmである。また、走査レンズ 4 の焦点距離は145mmであり、走査対象面 S 上における走

査幅は216mmである。そして、走査レンズ4の副走査方向の横倍率 m は-1.1997である。従って、 $-1.3 < -1.1997 < -0.6$ であるので、第2の実施例は、上記条件式(3)を満足している。

【0078】

以上に示した構成を有する第2の実施例の走査光学系の光学性能として、走査線湾曲のグラフを、図8に示す。この図8のグラフにおいて、各軸の意味及び単位は、図5のグラフと同じである。この図8に示されるように、第2の実施例の走査光学系は、走査線の湾曲が良好に補正されている。

【0079】

【実施例3】

図9は、第3の実施例の走査光学系を副走査方向から見たときの光学構成図である。また、図10は、第3の実施例の走査光学系におけるポリゴンミラー3から走査対象面Sまでを主走査方向から見たときの光学構成図である。そして、以下に示す表9は、第3の実施例の走査光学系におけるシリンドリカルレンズ2から走査対象面Sに至るまでの具体的な数値構成を示す。この表9において、各記号の意味は、表1のものと同一である。

【0080】

【表9】

NO	Ry	Rz	d	n	z
1	∞	33.200	4.000	1.51072	4mm
2	∞	∞	62.000	-	4mm
3	∞	∞	36.000	-	2mm
4	-110.000	-110.000	8.000	1.48617	7mm
5	-52.000	-52.000	48.000	-	7mm
6	-388.881	33.600	4.000	1.48617	7mm
7	-456.551	-456.551	153.162	-	7mm

【0081】

なお、第3の実施例では、第1レンズ4aの入射側のレンズ面（第4面）は、凹の球面として形成されており、その射出側のレンズ面（第5面）は、凸の回転対称非球面として形成されている。また、第2レンズ4bの入射側のレンズ面（

第 6 面) は、アナモフィック非球面として形成されており、その射出側のレンズ面 (第 7 面) は、凸の回転対称非球面として形成されている。

【 0 0 8 2 】

第 1 レンズ 4 a の射出側と第 2 レンズ 4 b の射出側のレンズ面である第 5 面及び第 7 面を式 (4) によって表現したときの具体的な数値構成として、非球面係数を表 1 0 に示す。なお、円錐係数 κ はゼロであり、表示のない非球面係数もゼロである。

【 0 0 8 3 】

【表 1 0】

	NO=5	NO=7
A_4	9.23017×10^{-7}	-9.23174×10^{-8}

【 0 0 8 4 】

また、第 2 レンズ 4 b の入射側のレンズ面である第 6 面を式 (5) 及び式 (6) によって表現したときの具体的な数値構成として、その非球面係数を表 1 1 に示す。なお、式 (5) によって表現された第 6 面の円錐係数 κ はゼロである。また、表示のない非球面係数もゼロである。

【 0 0 8 5 】

【表 1 1】

AM_1	0	AS_1	-1.23514×10^{-6}
AM_2	0	AS_2	-2.10004×10^{-6}
AM_4	3.44122×10^{-7}	AS_4	3.73900×10^{-11}
AM_6	-6.18097×10^{-11}	AS_6	0
AM_8	5.06095×10^{-15}	AS_8	0

【 0 0 8 6 】

そして、第 3 の実施例の第 1 レンズ 4 a の両面の原点 A, B の主軸 A x に対するシフト量を、表 1 2 に示す。

【 0 0 8 7 】

【表 1 2】

NO=4	-2.4mm
NO=5	+1.0mm

【0088】

なお、この表 1 2 に示されたシフト量において、正は、図 1 0 の紙面内における上方へのシフトを示し、負は、その逆を示す。

【0089】

また、第 3 の実施例の第 2 レンズ 4 b の両面は、光学面基準軸が互いに同軸となるように配置されており、主軸 A x から +0.2mm だけ副走査方向にシフトされている。然も、この第 2 レンズ 4 b の両面は、前面の原点 C を中心として、図 1 0 の紙面内における反時計回りに、 1.4° チルトされている。

【0090】

さらに、第 3 の実施例のアナモフィック非球面である第 6 面の曲率中心とその面をレーザービームのビーム中心軸が通過する位置との関係を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において曲率中心 E の主軸 A x に対する距離 Z_a は、1.09mm である。また、副走査方向において、ビーム中心軸がそのアナモフィック非球面を貫く点 F と主軸 A x との距離 H_a は、1.06mm である。従って、 $0.06\text{mm} < 1.09\text{mm} < 2.06\text{mm}$ であるので、第 3 の実施例は、上記条件式 (1) を満足している。

【0091】

さらに、レーザービームの副走査方向における屈折量を示す数値については、以下の通りである。すなわち、副走査方向において、第 1 レンズ 4 a を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度 u_2 は、 1.11° である。また、第 2 レンズ 4 b を透過した後のレーザービームのビーム中心軸が主軸 A x に対してなす角度 u_4 は、 0.41° である。従って、 $u_4/u_2 = 0.369$ であるので、第 3 の実施例は、条件式 (2) を満足している。

【0092】

さらに、図 9 に示されるように、ポリゴンミラー 3 は扁平な正六角柱状に形成

され、その底面の外接円の直径は20mmであり、その副走査方向の厚さは4mmである。また、走査レンズ4の焦点距離は200mmであり、走査対象面S上における走査幅は216mmである。そして、走査レンズ4の副走査方向の横倍率 m は-2.1878である。従って、 $-2.1878 < -1.3 < -0.6$ であるので、第3の実施例は、上記条件式(3)を満足していない。

【0093】

以上に示した構成を有する第3の実施例の走査光学系の光学性能として、走査線湾曲のグラフを、図11に示す。この図11のグラフにおいて、各軸の意味及び単位は、図5のグラフと同じである。この図11に示されるように、第3の実施例の走査光学系は、走査線の湾曲が良好に補正されている。

【0094】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、レンズ面の光学面基準軸のシフト量やチルト量を大きく設定しなくてもゴースト光を十分に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施形態である走査光学系の光学構成図
- 【図2】 走査光学系の一部を主走査方向から見たときの光学構成図
- 【図3】 第1の実施例を副走査方向から見たときの光学構成図
- 【図4】 第1の実施例の一部を主走査方向から見たときの光学構成図
- 【図5】 第1の実施例の走査線湾曲を示すグラフ
- 【図6】 第2の実施例を副走査方向から見たときの光学構成図
- 【図7】 第2の実施例の一部を主走査方向から見たときの光学構成図
- 【図8】 第2の実施例の走査線湾曲を示すグラフ
- 【図9】 第3の実施例を副走査方向から見たときの光学構成図
- 【図10】 第3の実施例の一部を主走査方向から見たときの光学構成図
- 【図11】 第3の実施例の走査線湾曲を示すグラフ

【符号の説明】

- 1 光源ユニット
- 2 シリンドリカルレンズ

3 ポリゴンミラー

3 a 中心軸

4 走査レンズ

4 a 第 1 レンズ

4 b 第 2 レンズ

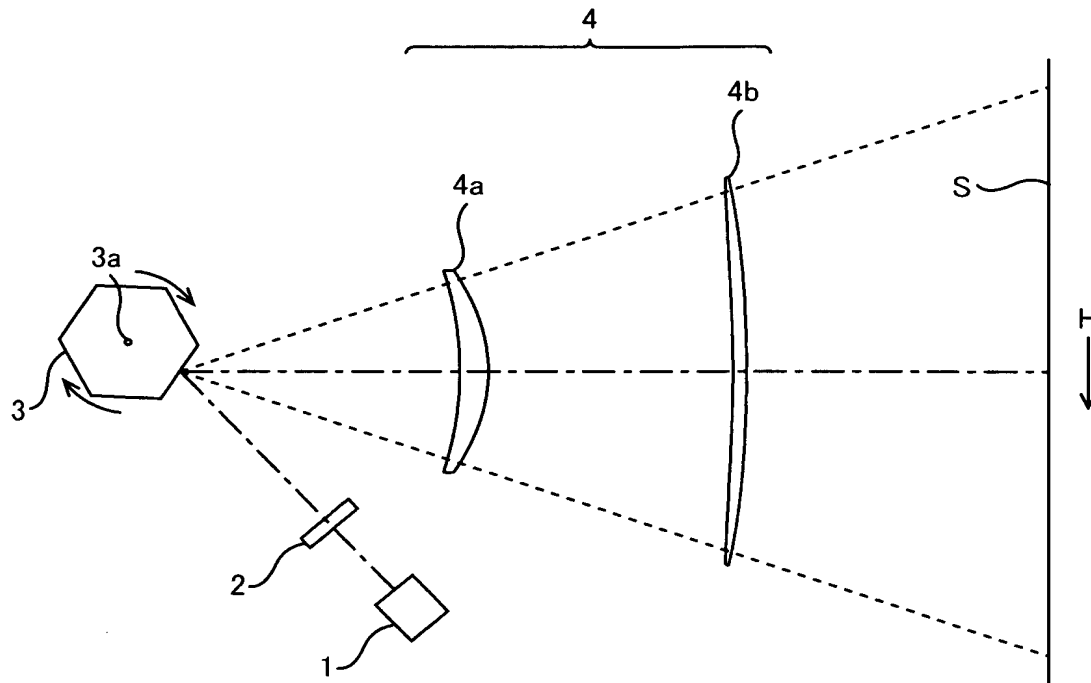
A x 主軸

S 走査対象面

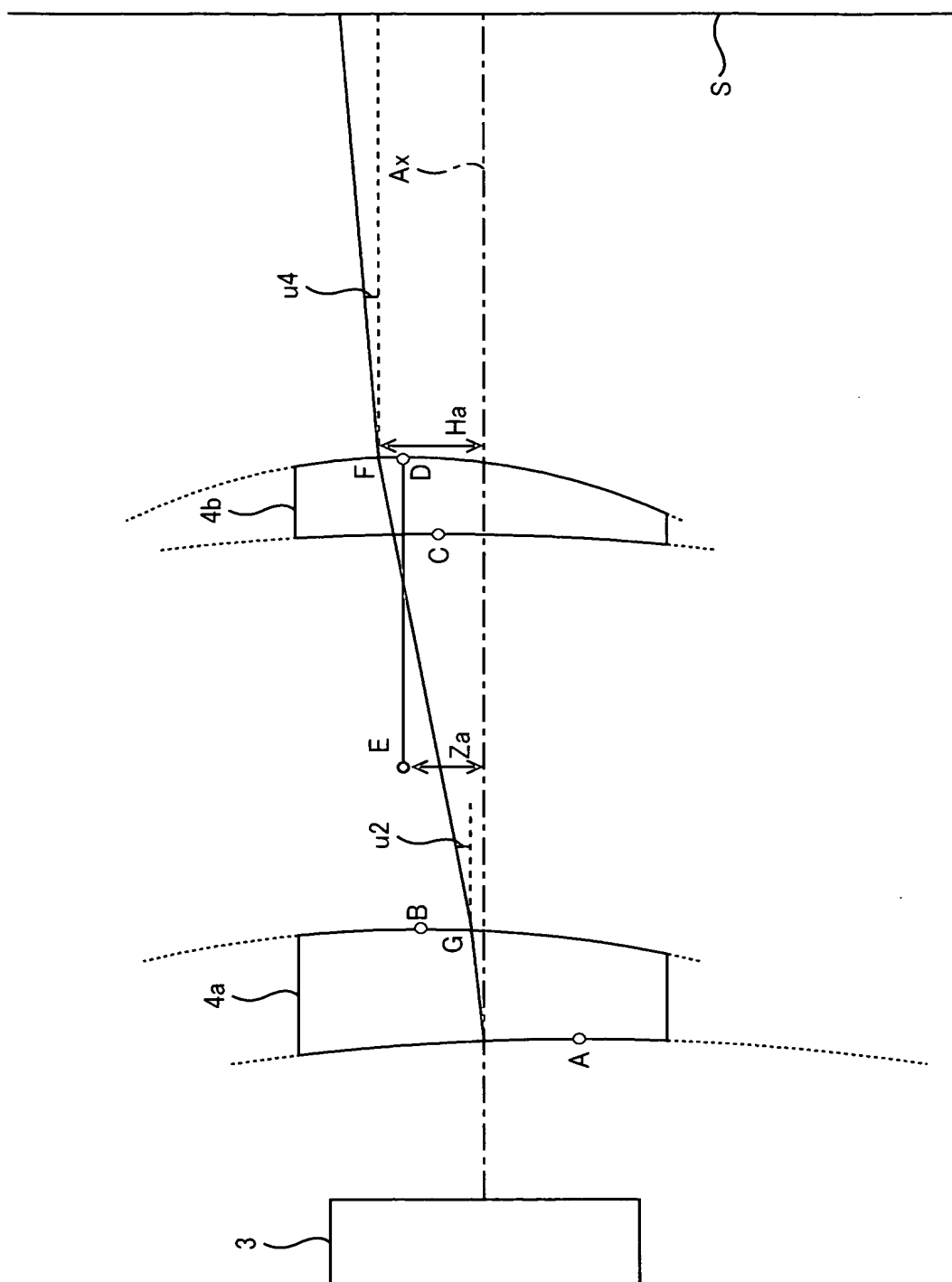
【書類名】

図面

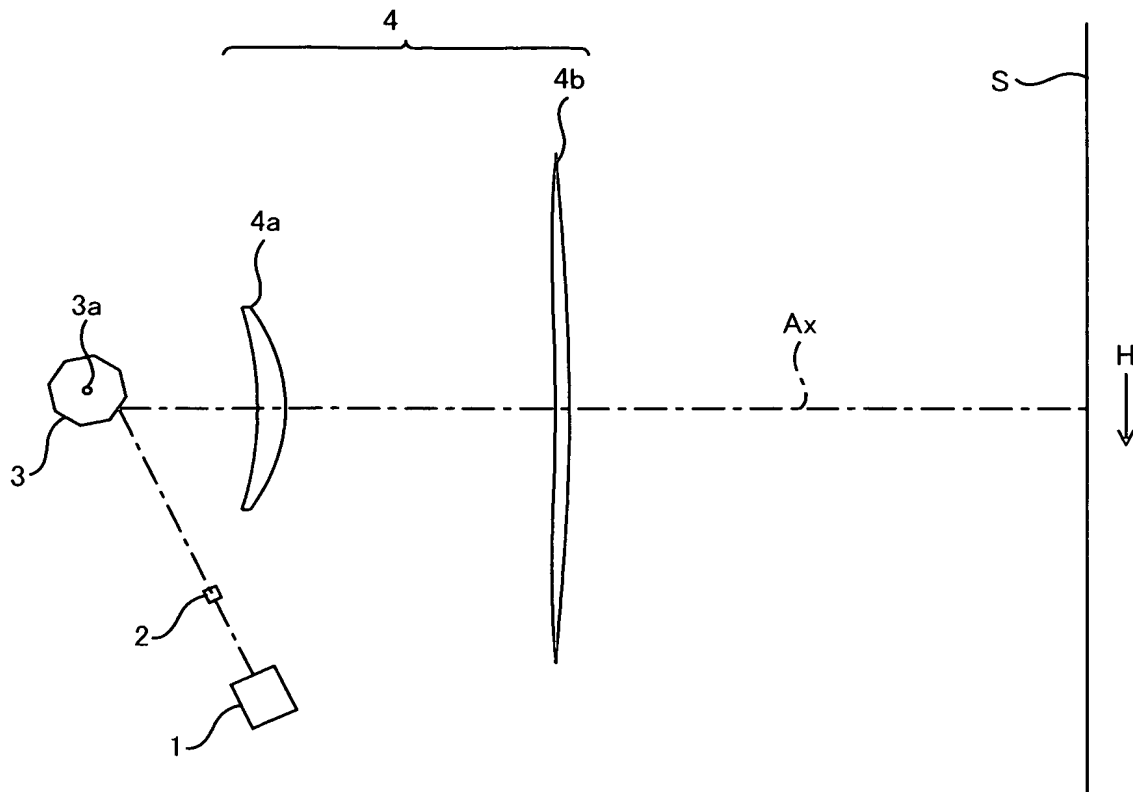
【図 1】



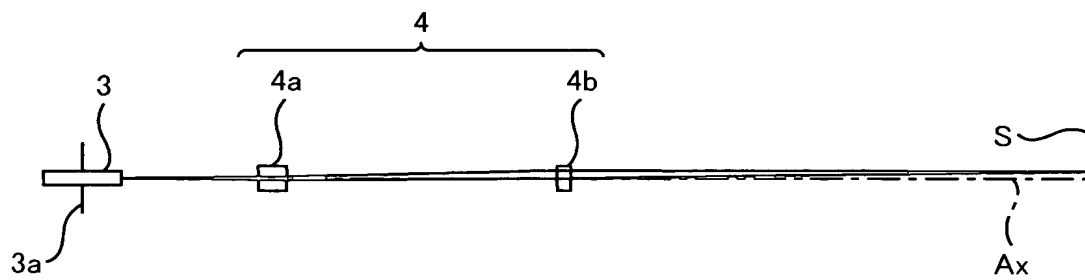
【図 2】



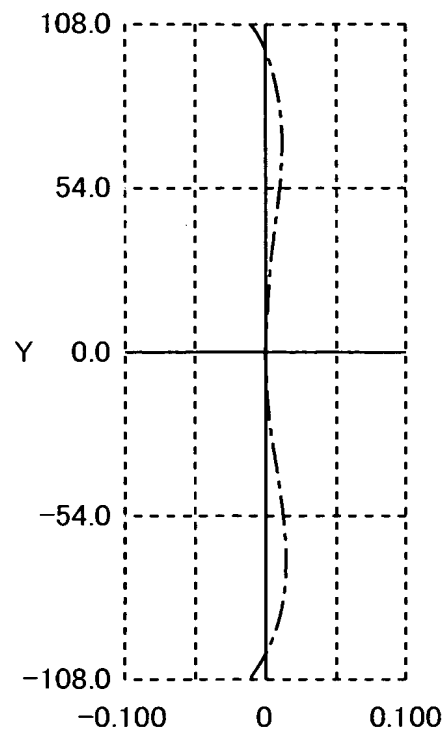
【図 3】



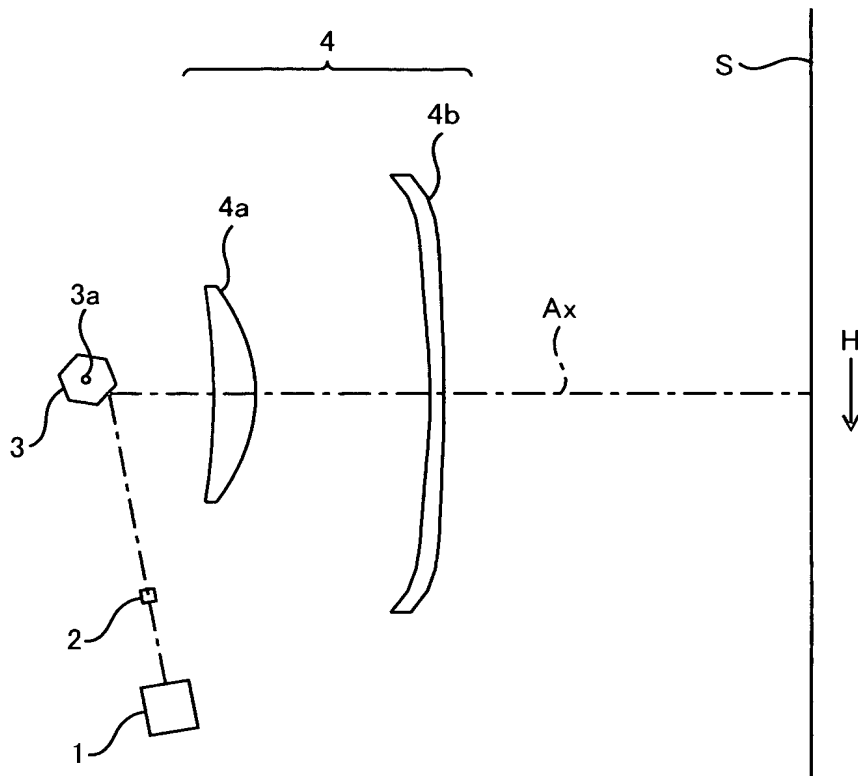
【図 4】



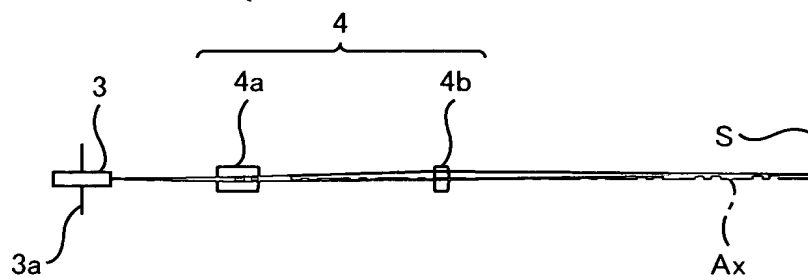
【図 5】



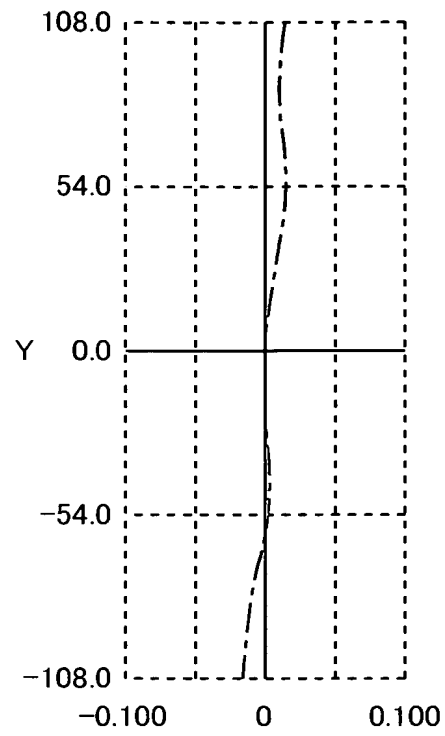
【図 6】



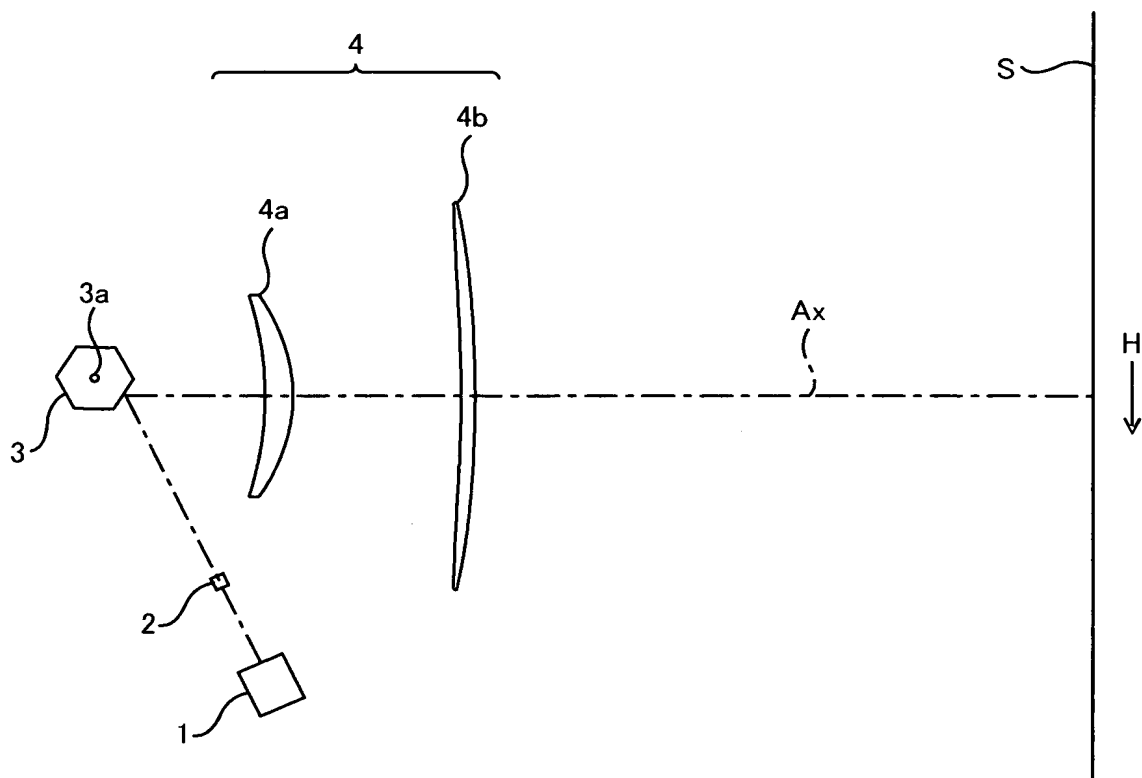
【図 7】



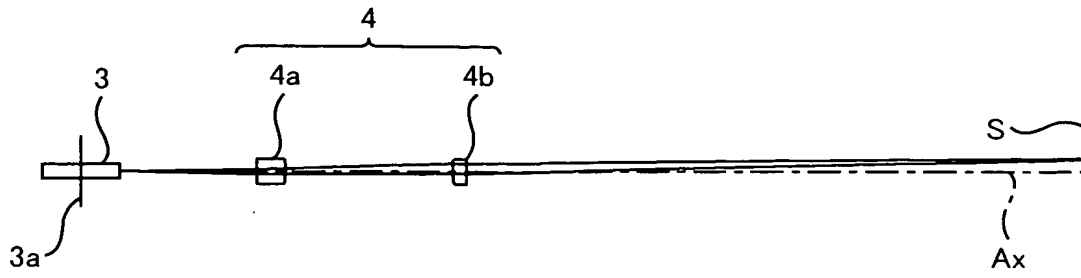
【図 8】



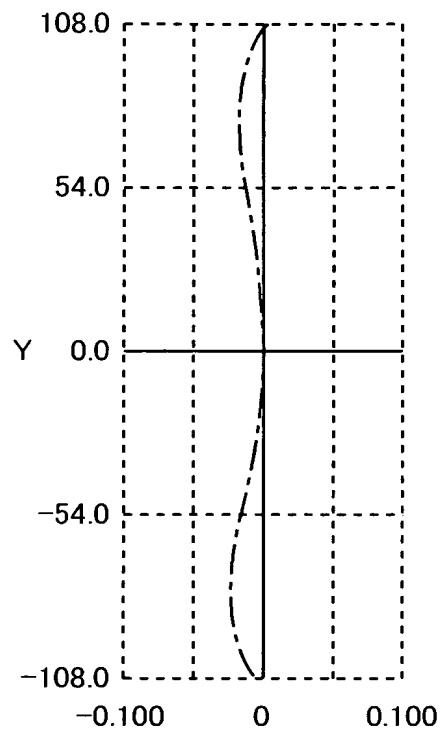
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

レンズ面の光学面基準軸のシフト量やチルト量を大きく設定しなくてもゴースト光を十分に除去することができる走査光学系を、提供する。

【解決手段】

ポリゴンミラー 3 により動的に偏向されたレーザービームを走査対象面 S に結像するための走査レンズ 4 が、第 1 及び第 2 レンズ 4 a, 4 b からなるように、走査光学系を構成する。また、副走査方向において、第 1 レンズ 4 a の一方のレンズ面の原点 A が、他方のレンズ面の原点 B に対し、主軸 A x を挟んで反対側に位置するように、走査光学系を構成する。また、第 2 レンズ 4 b の両面の原点 C, D が、副走査方向において主軸 A x を挟む両側のうち、第 1 レンズ 4 a の後面の原点 B がある側に位置するように、走査光学系を構成する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 0 6 8 6
受付番号	5 0 3 0 0 2 6 1 2 4 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月19日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 0 6 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社